

SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent Number: JP5152355
Publication date: 1993-06-18
Inventor(s): HARADA MASAOMI
Applicant(s):: NITTO DENKO CORP
Requested Patent: ☐ JP5152355
Application Number: JP19910336259 19911125
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/52 ; H01L21/30 ; H01L21/56
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To provide a semiconductor device which is excellent in crack resistance at reflow.
CONSTITUTION:A die pad 1 and a semiconductor element 2 are sealed up with resin composition, where the semiconductor element 2 is bonded to the die pad 1 through the intermediary of an adhesive layer 3 whose water-absorption coefficient is 1% by weight or below, and the resin composition hardened body is 0.35% by weight or below in water-absorption coefficient and $2.13 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{sec}$ or below in diffusion coefficient.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

5

特開平5-152355

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/52	E	9055-4M		
21/30	R	7352-4M		
21/56	R	8617-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-336259

(22)出願日 平成3年(1991)11月25日

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72)発明者 原田 正臣

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74)代理人 弁理士 西藤 征彦

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

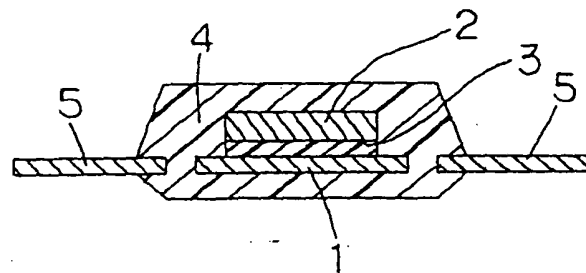
【目的】 リフロー時における耐クラック性に優れた半導体装置を提供する。

【構成】 ダイパッド1と半導体素子2とが樹脂組成物を用いて樹脂封止されている。そして、上記ダイパッド1と半導体素子2とが下記の特性(a)を備えた接着層3を介して接着され、かつ上記樹脂組成物が下記の特性(b)および(c)を備えた樹脂組成物硬化体4によって構成されている。

(a) 接着層の吸水率が1重量%以下。

(b) 樹脂組成物硬化体の吸水率が0.35重量%以下。

(c) 樹脂組成物硬化体の吸水率が $2.13 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sec}$ 以下。



1 : ダイパッド

2 : 半導体素子

3 : 接着層

4 : 樹脂組成物硬化体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイパッドと半導体素子とが封止樹脂で樹脂封止された半導体装置であつて、上記ダイパッドと半導体素子とが下記の特性（a）を備えた接着層を介して接着され、かつ上記封止樹脂が下記の特性（b）および（c）を備えた樹脂組成物硬化体によって構成されていることを特徴とする半導体装置。

（a）接着層の吸水率が1重量%以下。

（b）樹脂組成物硬化体の吸水率が0.35重量%以下。

（c）樹脂組成物硬化体の拡散係数が $2.13 \times 10^{-8} \text{ mm}^2 / \text{sec}$ 以下。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、信頼性に優れた半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、半導体装置を回路基板に実装する場合は、リフロー法によって半田付けするケースが増えている。上記リフロー法は、予め半導体装置を回路基板にクリーム半田によって仮固定する。ついで、赤外線による輻射熱またはフッ素系不活性液体によって半導体装置を含めた回路基板全体を半田付け温度に加熱し、上記クリーム半田を溶融させて半田付けを行う方法である。このため、回路基板に挿入したリード線先端部のみを半田浴に浸漬して半田付けを行う場合に比べて、半導体装置が曝される熱的条件が過酷である。

【0003】上記半導体装置では、近年、プラスチックパッケージを用いた樹脂封止が主流となっている。このプラスチックパッケージを用いた半導体装置では、封止樹脂が完全な非透過性ではないため、例えば保管中に周囲雰囲気中の水分がパッケージ内に吸収され拡散してしまうということが避けられない現状である。そして、従来から、プラスチックパッケージを上記リフロー法によって半田付けする場合、パッケージが過酷な熱的条件に曝される結果、パッケージ内のダイパッドと封止樹脂層との間の界面が隔離し、パッケージの保管中に封止樹脂層に吸湿された水分が過酷な加熱条件のために剥離界面の隙間に向かって拡散していく。そして、この拡散した水分が気化して上記隙間に噴出し、その水蒸気圧でフレームに接する樹脂層が膨張してクラックが発生するという問題が生じる。このため、従来のパッケージにおいて、上記リフロー時に生じる熱応力に耐えうるような樹脂封止用組成物が検討されているが、未だ充分なものが得られていない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来から、半導体装置の封止樹脂層とダイパッドとの間に生ずる界面剥離と封止樹脂の含有する水分の蒸発とに起因するクラック等が問題提起され、この問題を解決するため

に各種の封止樹脂が開発されている。

【0005】しかしながら、本発明者らは、研究の結果、フレーム（ダイパッド）と半導体素子とのボンディングにエポキシ系接着剤を用いた半導体装置において、リフロー時にその過酷な熱的条件のために、フレームと半導体素子との間の接着界面が剥離し、この剥離界面に封止樹脂中の水分が気化して剥離界面の隙間が膨張しクラックが生じることを突き止めた。このことから、単に封止樹脂のみの開発研究では、リフロー時に発生するクラックの問題に対して充分に対応することができない。

【0006】この発明は、このような事情に鑑みられたもので、リフロー時の半田付け等において耐クラック性に優れた半導体装置の提供をその目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明の半導体装置は、ダイパッドと半導体素子とが封止樹脂で樹脂封止された半導体装置であつて、上記ダイパッドと半導体素子とが下記の特性（a）を備えた接着層を介して接着され、かつ上記封止樹脂が下記の特性（b）および（c）を備えた樹脂組成物硬化体によって構成されているという構成をとる。

（a）接着層の吸水率が1重量%以下。

（b）樹脂組成物硬化体の吸水率が0.35重量%以下。

（c）樹脂組成物硬化体の拡散係数が $2.13 \times 10^{-8} \text{ mm}^2 / \text{sec}$ 以下。

【0008】

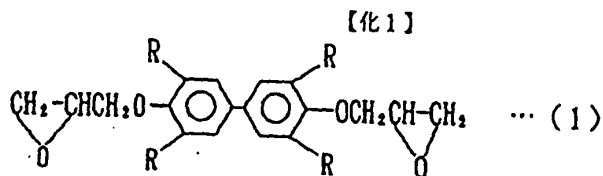
【作用】すなわち、本発明者らは、過酷な熱的条件においてもクラックが生じない半導体装置を得るために一連の研究を重ねた。その結果、半導体素子の封止樹脂として、上記特性（b）および（c）を備えた樹脂組成物硬化体を用い、さらにダイパッドと半導体素子とを上記特性（a）を備えた接着層を介して接着すると、リフロー時の過酷な条件においてもクラックの発生が抑制されることを見出しこの発明に到達した。

【0009】この発明の半導体装置は、図1に示すように、ダイパッド1と半導体素子2とが特殊な接着層3を介して接着されており、さらに半導体素子2が特殊な樹脂組成物硬化体4によって樹脂封止されている。図において、5はリードフレームである。

【0010】上記特殊な接着層3は、それ自身の吸水率が1重量%（以下「%」と略す）以下に設定された特性（特性a）を備えている。このような特性aを備えた接着層3は、例えばエポキシ樹脂と、硬化剤と、硬化促進剤と、充填剤とを含む接着材料を用い、これを硬化させることにより形成される。

【0011】上記エポキシ樹脂としては、特に限定するものではなく従来公知のものが用いられるが、特に下記的一般式（1）で表される結晶性エポキシ樹脂を用いるのが好ましい。

【0012】

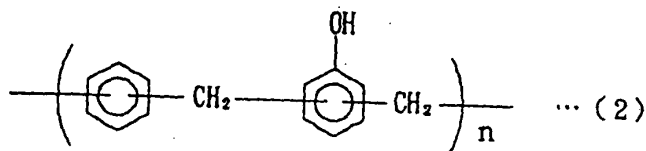
〔上記式(1)において、RはHまたはCH₃である。〕

【0013】上記硬化剤としては、上記エポキシ樹脂の硬化作用を有するものであれば特に限定するものではないが、特に下記の一般式(2)、下記の一般式(3)で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂を

用いるのが好ましい。

【0014】

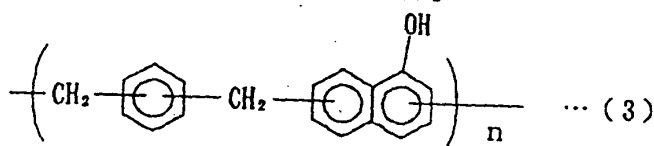
【化2】



〔上記式(2)において、nは3~4の整数である。〕

【0015】

【化3】



〔上記式(3)において、nは3~4の整数である。〕

【0016】上記エポキシ樹脂とフェノール樹脂の配合割合は、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量当たりフェノール樹脂中の水酸基が0.8~1.2当量となるように配合することが好ましい。

【0017】上記硬化促進剤としては、2-メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物、アミン系化合物、リン系化合物、ホウ素系化合物、リン-ホウ素系化合物等があげられる。

【0018】上記充填剤としては、一般に、銀粒子、ニッケル粒子、シリカ、アルミナ等があげられる。これらは単独でもしくは併せて用いられる。この充填剤の含有量としては、例えば銀粒子を用いる場合、接着材料中50~80%の範囲に設定することが好ましい。すなわち、含有量が50%未満では熱伝導性、導電性等が低下してしまい、逆に80%を超えると粘度の上昇および接着力が低下する傾向がみられるからである。

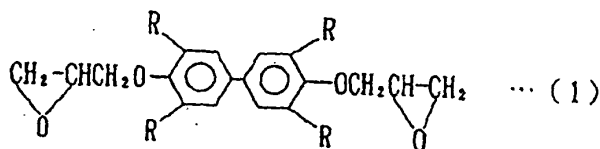
【0019】上記特殊な樹脂組成物硬化体4は、それ自身の吸水率が0.35%以下(特性b)で、かつそれ自身の拡散係数が $2.13 \times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{sec}$ 以下

(特性c)に設定された両特性を備えている。このような両特性bおよびcを備えた特殊な樹脂組成物硬化体は、例えばエポキシ樹脂と、硬化剤と、硬化促進剤と、充填剤とを含む接着材料を用い、これを硬化させることにより得られる。

【0020】上記エポキシ樹脂としては、特に限定するものではなく従来公知のものが用いられるが、前記接着層形成材料に用いるエポキシ樹脂と同様、特に下記の一般式(1)で表される結晶性エポキシ樹脂を用いるのが好ましい。

【0021】

【化4】

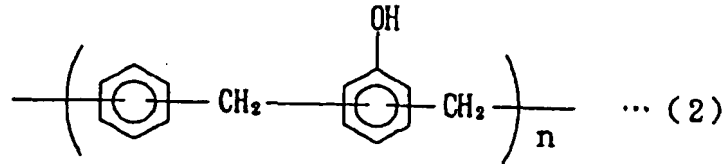
〔上記式(1)において、RはHまたはCH₃である。〕

【0022】上記硬化剤としては、上記エポキシ樹脂の硬化作用を有するものであれば特に限定するものではないが、特に下記の一般式(2)、下記の一般式(3)で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂を

用いるのが好ましい。

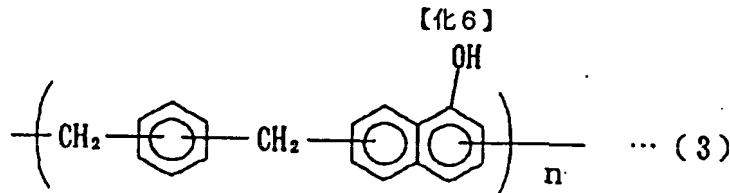
【0023】

【化5】



〔上記式(2)において、 n は3~4の整数である。〕

【0024】



〔上記式(3)において、 n は3~4の整数である。〕

【0025】上記エポキシ樹脂とフェノール樹脂の配合割合は、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量当たりフェノール樹脂中の水酸基が0.8~1.2当量となるように配合することが好ましい。

【0026】上記硬化促進剤としては、2-メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物、アミン系化合物、リン系化合物、ホウ素系化合物、リン-ホウ素系化合物等があげられる。

【0027】上記充填剤としては、シリカ粉末、酸化アルミニウム、酸化ベリリウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素等があげられる。これらは単独でもしくは併せて用いられる。上記充填剤の含有量は、75%以上に設定するのが好ましい。すなわち、充填剤の含有量が75%未満では、上記特性bである0.35%以下の吸水率および特性cである $2.13 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{sec}$ 以下の拡散係数の両値が得られ難くなるからである。

【0028】この発明の半導体装置は、例えばつぎのようにして得られる。すなわち、まずダイパッドと半導体素子との接着層形成材料を、前記各成分をブチルセルソルブ等の溶剤中に配合し、ミキシングロール機で混練することにより作製する。一方、封止材料である樹脂組成物を、前記各成分を適宜配合し、予備混合した後、ミキシングロール機等の混練機にかけ加熱状態で混練して溶解混合する。そして、これを室温に冷却した後、公知の手段によつて粉碎し、必要に応じて打錠するという一連の工程により製造する。

【0029】そして、ダイパッドの半導体素子搭載面に、上記液状の接着層形成材料を、ダイボンダー、スクリーン印刷等により塗布し、半導体素子を搭載して接着し接着材料を硬化させる。ついで、上記ダイパッドに接着した半導体素子を上記樹脂組成物を用いて樹脂封止する。この樹脂封止は、特に限定するものではなく、通常のトランスファー成形等の公知のモールド方法により行

うことができる。このような工程を経由することにより、図1に示すように、前記特性aを満足する接着層3を介してダイパッド1と半導体素子2が接着され、さらに前記特性bおよびcを満足する樹脂組成物硬化体4により封止された半導体装置を得ることができる。

【0030】この発明において、前記特性aの吸水率が1%を超えると、リフロー法による半田付け時に、ダイパッドと半導体素子との間に界面剥離が生じ、しかも上記剥離界面の隙間が膨張してクラックが生じる。また、前記特性bの吸水率が0.35%を超え、特性cの拡散係数が $2.13 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{sec}$ を超えると、パッケージにクラックが生じ、耐クラック性が低下してしまう。

【0031】なお、上記特性aの吸水率は、前記接着材料をシート状にして180℃×1時間で硬化した後、3cm×3cmの試験片を作り、85℃×85%RHの相対湿度の恒温槽中に96時間保管する。その後、カールフィツシャーで吸湿水分量を測定し、その値を試験片の乾燥重量で割ることにより得られる値である。

【0032】また、上記特性bの吸水率は、前記エポキシ樹脂系組成物をトランスファープレスにより直径50mm×厚み3mmの円板状の試験片に硬化成形したのち、85℃×85%RHの相対湿度の恒温槽中に120時間保管する。そして、保管後の重量を測定し、その重量を試験片の乾燥重量で除することにより得られる値である。

【0033】上記特性cの拡散係数は、フィツク型拡散における平板吸湿での短時間吸湿に相当する下記の式に、エポキシ樹脂系組成物硬化体の吸水量を代入することにより算出される値である。

【0034】

【数1】

$$\frac{M(t)}{M(s)} = 4 \times \left(\frac{Df \cdot t}{l^2 \cdot \pi} \right)^{1/2}$$

上記式において、

t	: 吸湿時間 (sec)
M(t)	: 時間 t での硬化体吸水率 (%)
M(s)	: 吸水率 (%)
l	: 硬化体の厚み (mm)
Df	: 拡散係数 (mm ² / sec)

【0035】

【発明の効果】以上のように、この発明の半導体装置は、ダイパッドと半導体素子を所定の吸水率（特性a）を有する接着層によつて接着され、しかも所定の吸水率（特性b）および拡散係数（特性c）を有する樹脂組成物硬化体によつて樹脂封止され構成されている。したがつて、半田実装等のような過酷な熱的条件においても、パッケージにクラックが生ずることがなく、優れた信頼性を備えている。

【0036】つぎに、実施例について比較例と併せて説

明する。

【0037】〔接着層形成材料〕まず、実施例に先立つて、ダイパッドと半導体素子との接着に用いられる接着材料として、下記の表1に示す各成分を同表に示す割合で配合し、溶剤としてブチルセロソルブ中に投入して、混合しミキシングロール機で3分間混練を行い、目的とする液状の接着層形成材料を作製した。

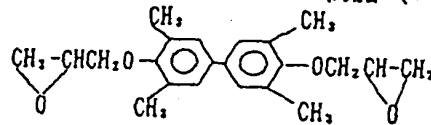
【0038】

【表1】

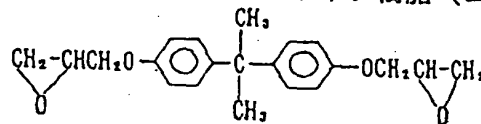
(重量部)

		接 着 材 料			
		A	B	C	D
エポキシ樹脂A	*1	100	100	100	—
エポキシ樹脂B	*2	—	—	—	100
硬化剤A	*3	90	—	—	—
硬化剤B	*4	—	100	—	—
硬化剤C	*5	—	—	54	56
2-メチルイミダゾール		3	3	3	3
銀粒子		579	639	471	477
銀粒子含有量(%)		75	75	75	75

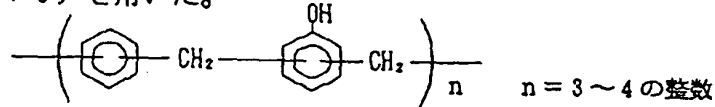
*1: 下記の一般式で表されるエポキシ樹脂 (エポキシ当量195) を用いた。



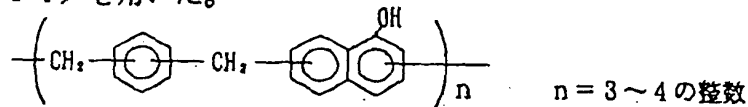
*2: 下記の一般式で表されるエポキシ樹脂 (エポキシ当量185) を用いた。



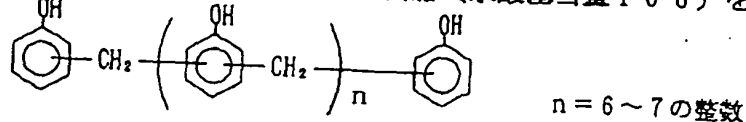
*3: 下記の一般式で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂 (水酸基当量176) を用いた。



*4: 下記の一般式で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂 (水酸基当量214) を用いた。



*5: 下記の一般式で表されるフェノール樹脂 (水酸基当量106) を用いた。



【0039】〔樹脂組成物〕下記の表2に示す各成分を同表に示す割合で配合し、ミキシングロール機 (温度100℃) で3分間熔融混練を行い、冷却固化した後粉碎することにより目的とする粉末状エポキシ樹脂組成物を

作製した。

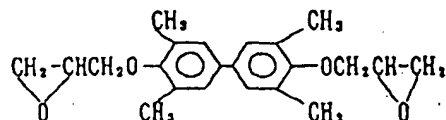
【0040】

【表2】

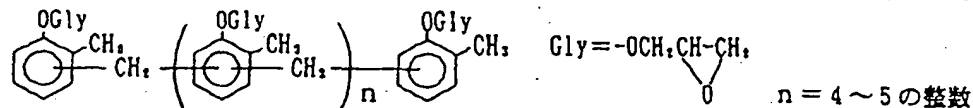
(重量部)

		エポキシ樹脂系組成物		
		X	Y	Z
エポキシ樹脂A	* 1	100	100	—
エポキシ樹脂C	* 2	—	—	100
硬化剤A	* 3	98	—	—
硬化剤C	* 4	—	60	54
2-メチルイミダゾール		5	5	5
ステアリン酸		5	5	5
シリカ粉末		624	510	492
シリカ粉末含有量 (%)		75	75	78

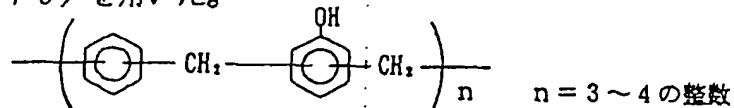
* 1 : 下記の一般式で表されるエポキシ樹脂 (エポキシ当量 195) を用いた。



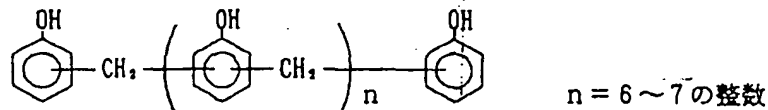
* 2 : 下記の一般式で表されるエポキシ樹脂 (エポキシ当量 195) を用いた。



* 3 : 下記の一般式で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂 (水酸基当量 176) を用いた。



* 4 : 下記の一般式で表される繰り返し単位を主成分とするフェノール樹脂 (水酸基当量 106) を用いた。



【0041】つぎに、このようにして得られた液状の接着層形成材料の硬化体の吸水率を測定した。上記吸水率は、接着材料をシート状にして180℃×1時間で硬化した後、3cm×3cmの試験片を作り、85℃×85%RHの相対湿度の恒温槽中に96時間保管した。その

後、カールフィツシャーで吸湿水分量を測定し、その値を試験片の乾燥重量で割ることにより得られた値である。この吸水率を下記の表3に示す。

【0042】

【表3】

	接 着 層 形 成 材 料			
	硬化体A	硬化体B	硬化体C	硬化体D
吸水率 (%)	0.55	0.48	1.00	1.60

【0043】また、上記のようにして得られた粉末状エポキシ樹脂系組成物の硬化体の吸水率および拡散係数を測定した。上記吸水率は、エポキシ樹脂系組成物をトランスファープレスにより直径50mm×厚み3mmの円板状の試験片に硬化成形したのち、85℃×85%RHの相対湿度の恒温槽中に120時間保管した。そして、保管後の重量を測定し、その重量を試験片の乾燥重量で

除することにより得られた値である。また、上記拡散係数は、フィック型拡散における平板吸湿での短時間吸湿に相当する前記式に、エポキシ樹脂系組成物硬化体の吸水量を代入することにより算出された値である。この吸水率および拡散係数を下記の表4に示す。

【0044】

【表4】

	エポキシ樹脂系組成物		
	硬化体X	硬化体Y	硬化体Z
吸水率 (%)	0.35	0.37	0.48
拡散係数 $\times 10^{-6}$ (mm^2 / sec)	2.13	2.15	4.15

【0045】つぎに、上記接着層形成材料A～Dを用いてダイパッドと半導体素子を接着（180℃×1時間硬化）し、つづいて上記エポキシ樹脂系組成物X～Zを用いてトランスファー成形（条件：175℃×2分、175℃×5時間後硬化）することにより半導体装置を得た。上記接着層形成材料A～Dとエポキシ樹脂系組成物X～Zの組み合わせを下記の表5に示す。なお、このパッケージは、80ピン四方向フラットパッケージ（80pinQFP、サイズ：20mm×14mm×厚み2mm）であり、上記ダイパッドのサイズは8mm×8mmである。

【0046】

【表5】

		接着材料	エポキシ樹脂系組成物
実施例	1	A	X
	2	B	X
	3	C	X
比較例	1	D	X
	2	A	Z
	3	B	Z
較例	4	D	Z
	5	C	Y
	6	D	Y

【0047】このようにして得られた半導体装置について、85℃/85%RHの恒温槽中に放置して吸湿させた（吸湿時間：48時間、72時間、96時間）後、215℃×60秒のペーパフューズソルダリング（VPS）半田試験を行つた。この結果を下記の表6および表7に示す。

【0048】

【表6】

				実施例			比較例			
				1	2	3	1	2	3	4
VPS 半田試験 (個/5個)	85°C / 85% RH	吸湿時間	48	0/5	0/5	0/5	0/5	3/5	2/5	4/5
			72	0/5	0/5	0/5	2/5	5/5	4/5	5/5
			96	0/5	0/5	0/5	5/5	5/5	5/5	5/5

【0049】

【表7】

				比較例	
				5	6
VPS 半田試験 (個/5個)	85°C / 85% RH	吸湿時間	48	1/5	3/5
			72	4/5	5/5
			96	5/5	5/5

【0050】上記表6および表7の結果から、比較例品

は96時間吸湿させた場合には、5個全てにパッケージクラックが生じた。これに対して実施例品は全てクラックが生じなかった。このことから、実施例品は耐クラック性に優れていることがわかる。

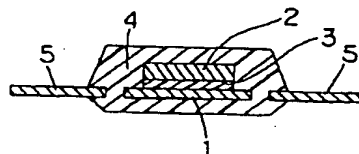
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の半導体装置を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 ダイパッド
- 2 半導体素子
- 3 接着層
- 4 樹脂組成物硬化体

【図1】



- 1: ダイパッド
- 2: 半導体素子
- 3: 接着層
- 4: 樹脂組成物硬化体